

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 562**

51 Int. Cl.:

H04W 24/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2009 PCT/US2009/004442**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2010 WO10016878**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2009 E 09805252 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 2327066**

54 Título: **Dispositivo y método para detectar el uso de un dispositivo inalámbrico mientras se conduce**

30 Prioridad:

06.08.2008 US 222260

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.09.2020

73 Titular/es:

**ORBCOMM LLC (100.0%)
395 W Passaic Street, Suite 325
Rochelle Park, NJ 07662, US**

72 Inventor/es:

CATTEN, JONATHAN C.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 781 562 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para detectar el uso de un dispositivo inalámbrico mientras se conduce

5 Reivindicación de prioridad

Campo técnico

10 Esta divulgación se refiere a un sistema y método para detectar el uso de dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos móviles, en vehículos.

Antecedentes

15 Se piensa que el uso de dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos celulares o asistentes personales digitales (PDA), por conductores que hablan por teléfono o envían o leen mensajes de texto mientras se conduce, es una causa de una conducción distraída, errática y/o agresiva, en especial entre conductores adolescentes, y se cree que aumenta la probabilidad de accidentes. Algunas ciudades restringen el uso de teléfono celular mientras se conduce o requieren que los conductores usen el modo de manos libres en su teléfono inalámbrico para hablar mientras se conduce. Otras ciudades están considerando restringir el uso de aplicaciones de mensajería de texto mientras se conduce.

20 Adicionalmente, los progenitores desean supervisar la conducción y el uso de teléfono celular de sus hijos, y los propietarios de flotas o las compañías de seguros desean supervisar el uso de teléfono celular de los conductores para fines de responsabilidad.

25 Como se muestra en la figura 1, usando un simulador de conducción, Ford comparó la respuesta de conductores adolescentes y adultos para los sucesos de tráfico que ocurren delante de los mismos. Como se muestra en la porción izquierda de la gráfica, ambos grupos de conductores pasaron por alto aproximadamente un 3 % de sucesos potencialmente peligrosos en condiciones de conducción simulada normal. Cuando se realiza una llamada de teléfono usando un dispositivo de manos libres, como se muestra en la porción derecha de la gráfica, la tasa de sucesos pasados por alto ascendió a un 13,6 % para conductores adultos y a un 53,8 % para los conductores adolescentes.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar el comportamiento y la seguridad de los conductores con respecto al uso de dispositivos inalámbricos en vehículos en movimiento.

35 El documento US2008/064446 describe un método para el funcionamiento seguro de un teléfono móvil en un entorno de coches. De acuerdo con este documento, existe un método para accionar equipo electrónico, en donde dicho equipo electrónico utiliza una señal inalámbrica para comunicarse, incluye determinar si el equipo electrónico se acciona dentro de un vehículo en movimiento basándose en una característica de la señal inalámbrica e inhibir el funcionamiento del equipo electrónico si el equipo electrónico está en un vehículo en movimiento.

40 El documento US 6.064.886 describe un método y aparato para encaminar llamadas originadas por el abonado en un sistema de acceso inalámbrico fijo. De acuerdo con este documento, un sistema de acceso inalámbrico fijo incluye un conjunto de circuitos para encaminar una llamada para un abonado que tiene un número de directorio no solo a través de la célula primaria, sino también a través de cualquier célula secundaria para un abonado celular de frontera. En cada caso, las fronteras de las células primaria y secundaria están geográficamente ubicadas cerca de la ubicación geográfica del abonado celular de frontera. Para las llamadas que se están encaminando al abonado celular de frontera, se puede usar una de una pluralidad de características de abonado, incluyendo reenvío sin respuesta, reenvío incondicional o números de directorio de acceso múltiple, para dar lugar a que el conmutador accione uno o más controladores de acceso inalámbrico fijo para generar señales de solicitud de radiobúsqueda para las estaciones base para el abonado celular de frontera. Para las llamadas originadas por el abonado celular de frontera, el número de directorio del abonado se coloca dentro de la lista de abonado para cada estación base cuyas fronteras de célula se ubican geográficamente cerca de la ubicación geográfica del abonado celular de frontera. En consecuencia, si la unidad de abonado celular de frontera sintoniza una estación base de una célula de frontera secundaria, el controlador reconoce la unidad de abonado y puede procesar la llamada.

55 El documento EP1734781 describe un sistema y método de detección de dispositivos de RF de vehículo. De acuerdo con este documento, se proporcionan un sistema y método para detectar el uso de dispositivos de transmisión de RF (por ejemplo, teléfonos celulares) en un vehículo. El sistema incluye una primera antena de RF para detectar la intensidad de señal de un dispositivo de transmisión de señales de RF en una primera ubicación en un vehículo y un primer detector de potencia para generar una primera señal de salida indicativa de la misma. El sistema también incluye una segunda antena para detectar la intensidad de señal de las señales de RF en una segunda ubicación en el vehículo y un segundo detector de potencia para generar una segunda señal de salida indicativa de la misma. El sistema incluye adicionalmente un procesador de señales para procesar la primera y la segunda señales de salida para determinar la presencia de un dispositivo de transmisión de RF en uso en el vehículo y para determinar adicionalmente la ubicación del dispositivo de transmisión de RF para determinar si un conductor está usando el dispositivo.

El documento US 2004/102198 describe un sistema y método para ubicar fuentes de señales de radio inalámbricas desconocidas. De acuerdo con este documento, un sistema y método para determinar la ubicación de una fuente (dispositivo objetivo) de una señal de radio inalámbrica de un tipo desconocido o arbitrario para el cual no se conoce o está disponible un correlacionador de señales. La señal del dispositivo objetivo se recibe en una pluralidad de ubicaciones conocidas para generar datos de muestra de recepción representativos de la misma en cada ubicación conocida. Se seleccionan muestras de datos de señal de recepción asociadas con la señal del dispositivo objetivo en una de la pluralidad de ubicaciones conocidas para usarse como una forma de onda de referencia. Por ejemplo, se compara información con respecto a la señal del dispositivo objetivo recibida en cada ubicación conocida para determinar la ubicación conocida que la recibe del mejor modo. Los datos de muestra de señal de recepción obtenidos mediante la ubicación conocida que recibe del mejor modo la señal del dispositivo objetivo se usan como la forma de onda de referencia. Se ejecuta un experimento de medición en el que la señal del dispositivo objetivo va seguida o precedida, relativamente cerca en el tiempo, por una transmisión de una señal de referencia. La señal de referencia y la señal del dispositivo objetivo se reciben en la pluralidad de ubicaciones conocidas. La forma de onda de referencia se usa para correlacionarse frente a los datos de señal recibidos obtenidos en cada ubicación conocida para determinar el tiempo de llegada de la señal del dispositivo objetivo. Se computa la diferencia de tiempo entre la llegada de la señal del dispositivo objetivo y la llegada de la señal de referencia en cada una de las ubicaciones conocidas. Una ubicación de la fuente de la señal de radio inalámbrica se computa basándose en las mediciones de diferencia de tiempo de llegada en la pluralidad de ubicaciones conocidas.

Sumario

La presente invención se dirige a un sistema y método de detección del uso de dispositivos inalámbricos tales como un teléfono móvil, un asistente personal digital (PDA) o un dispositivo de radiobúsqueda en un vehículo en movimiento. La invención recibe señales inalámbricas en el interior de un vehículo usando un sensor de radiofrecuencia (RF) y convierte las señales de RF en señales de tensión. Entonces, las señales de tensión se comparan con formas de onda conocidas para determinar si las señales inalámbricas indican una llamada recibida, si se responde la llamada recibida, una llamada transmitida, un mensaje de texto de SMS, datos asociados con la navegación por Internet en un dispositivo inalámbrico, o actividad de Bluetooth.

En una realización de la presente invención, se supervisa el número de pasajeros en un vehículo. El número de pasajeros se puede determinar al discriminar entre múltiples señales inalámbricas, o se puede determinar mediante el uso de diversos sensores de vehículo, incluyendo sensores de cinturón de asiento, sensores de peso de asiento, sensores de airbag, sensores de presión de neumático, y otros.

Características adicionales de la presente invención, así como la estructura y el funcionamiento de diversas realizaciones de la presente invención, se describen en detalle posteriormente con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, números de referencia semejantes indican elementos idénticos o funcionalmente similares. Adicionalmente, el dígito o dígitos más a la izquierda de un número de referencia identifica la figura en la que aparece por primera vez el número de referencia.

La figura 1 es una gráfica que compara el porcentaje de sucesos no detectados entre conductores adultos y adolescentes al tiempo que se realiza una llamada de teléfono y en condiciones de conducción ordinarias;

la figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de detección de RF para detectar señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 3 es un diagrama de bloques de un dispositivo de detección de RF direccional para detectar señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 4 es un diagrama de bloques de múltiples dispositivos de detección de RF para detectar señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un procesador configurado para detectar señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 6 es un diagrama de estados para la detección de señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 7 es un diagrama de flujo de un método para detectar señales inalámbricas en un vehículo en movimiento;

la figura 8 es una forma de onda de una llamada de voz recibida de TDMA;

la figura 9 es una forma de onda de una llamada de voz de transmisión de TDMA;

la figura 10 es una forma de onda de una llamada de voz recibida no respondida de TDMA;

la figura 11 es una forma de onda de una llamada de voz recibida y respondida de TDMA;

la figura 12 es una forma de onda de una llamada de voz de transmisión de TDMA;

la figura 13 es una forma de onda de una llamada de voz de transmisión de TDMA;

la figura 14 es una forma de onda de un mensaje de texto de SMS de TDMA;

la figura 15 es una forma de onda de un mensaje de texto de envío de SMS de TDMA;

la figura 16 es una forma de onda de un mensaje de texto de recepción de SMS de TDMA;

la figura 17 es una forma de onda de un mensaje de texto de envío de SMS de TDMA;

la figura 18 es una forma de onda de un mensaje de texto de envío de SMS de TDMA;

la figura 19 es una forma de onda de unos datos de envío de CDMA;

la figura 20 es una forma de onda de unos datos de envío de CDMA;

la figura 21 es una forma de onda de unos datos de envío de CDMA;

la figura 22 es una forma de onda de una navegación de TDMA por la web;

la figura 23 es una forma de onda de una navegación de TDMA por la web;

la figura 24 es una forma de onda de una navegación de TDMA por la web;

la figura 25 es una forma de onda de una navegación de TDMA por la web;

la figura 26 es una forma de onda de una navegación de TDMA por la web;

la figura 27 es una forma de onda de un teléfono móvil de TDMA a 90° y 0° con respecto a la antena de detección;

la figura 28 es una forma de onda de modo de descubrimiento de Bluetooth; y la figura 29 es una forma de onda de modo de descubrimiento de Bluetooth.

Descripción detallada

Un sistema para detectar el uso de dispositivos inalámbricos en un vehículo en movimiento incluye una entrada para recibir señales indicativas de transmisiones inalámbricas, un procesador para caracterizar las señales recibidas, y una salida para una notificación de uso de dispositivo móvil. Los dispositivos inalámbricos incluyen, por ejemplo, teléfonos móviles, dispositivos de mensajería inalámbrica, asistentes personales digitales ("PDA"), dispositivos de comunicación de datos, y similares.

Se pueden emplear muchas estrategias diferentes para la detección de transmisiones inalámbricas. Por ejemplo, en algunas implementaciones, se usa una antena para recibir señales inalámbricas. Cuando se reciben señales inalámbricas, estas se caracterizan para determinar su naturaleza. Por ejemplo, un teléfono móvil radiodifunde periódicamente información incluso cuando este no está en uso. En consecuencia, el sistema es capaz de diferenciar diversas transmisiones usando técnicas de procesamiento de señales, tales como la siguiente: (1) filtrar las señales recibidas; (2) detectar características identificativas de las señales recibidas; (3) realizar un análisis estadístico para determinar la caracterización de señal más verosímil; (4) redes neuronales; (5) y similares. De esta forma, el uso real se puede diferenciar de la recepción de mensajes de texto, recepción de correos electrónicos, notificación de correos de voz, traspasos de célula y señalización de control, etc.

Cuando se usa una única antena, puede ser difícil diferenciar transmisiones desde el interior del vehículo y transmisiones desde dispositivos móviles fuera del vehículo. Además, una única antena puede hacer difícil determinar si un dispositivo móvil está siendo usado por el conductor o un pasajero. En consecuencia, en algunas realizaciones, se usan múltiples sensores junto con un procesamiento de señales para determinar la ubicación de la fuente de transmisión. Por ejemplo, se pueden usar dos o más antenas, micrófonos u otros sensores para recibir, cada uno, la misma transmisión. Usando técnicas de procesamiento de señales conocidas, se pueden usar las diferencias entre la amplitud y la fase de las señales recibidas para calcular la ubicación de la fuente de transmisión. De esta forma, es posible diferenciar un uso de dispositivo móvil por el conductor de un uso de dispositivo móvil por un pasajero o por

alguien externo al vehículo.

Una vez que se ha detectado el uso de un teléfono celular, se pueden realizar notificaciones apropiadas. Las notificaciones enviadas por el sistema se pueden variar dependiendo de la implementación prevista. Por ejemplo, en un sistema de asesoramiento de seguridad de conductores adolescentes, se pueden enviar notificaciones a los progenitores siempre que se usa un teléfono celular en un coche en movimiento. Las implementaciones pueden incluir uno o más de lo siguiente: (1) notificar al conductor acerca de una utilización de dispositivo móvil no segura en un vehículo en movimiento; y (2) notificar a alguien que no sea el conductor (por ejemplo, un progenitor, una compañía de seguros, un agente de libertad condicional, policía, y similares) acerca de una utilización de dispositivo móvil no segura en un vehículo en movimiento.

Posteriormente en el presente documento se describen diversas implementaciones de sistemas y métodos para detectar el uso de dispositivos móviles. En una implementación, un dispositivo recibe señales inalámbricas en el interior de un vehículo usando un sensor de radiofrecuencia (RF) y convierte las señales de RF en señales de tensión. Entonces, las señales de tensión se comparan con formas de onda conocidas para determinar si las señales inalámbricas indican una llamada recibida, si se responde la llamada recibida, una llamada transmitida, un mensaje de texto de SMS, datos asociados con la navegación por Internet en un dispositivo inalámbrico, o actividad de Bluetooth.

Determinación de uso de dispositivo móvil

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se proporciona un dispositivo para detectar el uso de dispositivos móviles en un vehículo en movimiento. El teléfono celular 201 de un conductor radiodifunde y recibe señales inalámbricas. De forma similar, otro teléfono celular 203 se ubica cerca, o bien con un pasajero en el mismo vehículo o bien en un vehículo cercano. Si bien el teléfono celular 201 del conductor y el teléfono celular cercano 203 son, ambos, teléfonos celulares, uno o ambos podrían ser otro dispositivo de comunicaciones inalámbricas, tal como un asistente personal digital (PDA). Como alternativa, uno o ambos de los teléfonos celulares 201 y 203 podrían ser un dispositivo de manos libres de Bluetooth que se comunica de forma inalámbrica con un teléfono celular maestro ubicado cerca del dispositivo de Bluetooth. Bluetooth, según se conoce en la técnica, es una norma de comunicaciones inalámbricas usada en comunicaciones de corto alcance.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, un detector de potencia 205, alimentado por una fuente de alimentación 207, recibe señales inalámbricas a través de su antena. La antena se sintoniza preferiblemente a las frecuencias de cuatribanda usadas por los dispositivos inalámbricos, que son 850, 900, 1800 y 1900 MHz, lo que incluye normas de TDMA, de GSM y de CDMA, según se conocen en la técnica. El detector de potencia 205 emite una forma de onda de tensión 209. Las formas de onda de tensión se usan para determinar el uso del teléfono móvil 201 o 203. Los niveles de amplitud recibidos de las señales inalámbricas se usan para determinar si el teléfono móvil es el del conductor o el de otro usuario cercano, tal como un pasajero o un conductor o pasajero cercano en un vehículo diferente.

Como se muestra en la figura 2, el teléfono celular de conductor 201 se ubica a no más de aproximadamente 60,96 cm (2 pies) del detector de potencia 205, mientras que el teléfono celular cercano 203 se ubica a aproximadamente 121,92 - 243,84 cm (4 - 8 pies) del detector de potencia 205.

Usando una versión simplificada de la ecuación de pérdida en el espacio libre, se puede calcular la potencia recibida para los dos teléfonos celulares diferentes, 201 y 203. Con las antenas de transmisión y de recepción isotrópicas (omnidireccionales) que tienen una ganancia de 0 dBi, distancia $d = 60,96$ cm (2 pies), frecuencia de transmisión $f = 900$ MHz, potencia de transmisión = 4 vatios, distancia de transmisión mayor que una longitud de onda, apuntando de este modo a ecuaciones de campo lejano, la pérdida en el espacio libre se da como:

$$\begin{aligned} \text{Pérdida en el espacio libre (dB)} &= 36,56 + 20 \log (d / 5280) + 20 \log (f) \\ &= 36,56 + 20 \log (2 / 5280) + 20 \log (900) \\ &= 27,2 \text{ dB} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la potencia recibida se calcula como:

$$\begin{aligned} \text{Potencia de antena recibida (dB)} &= 20 \log (\text{potencia de transmisión}) - \text{pérdida en el espacio libre} \\ &= 20 \log (4) - 27,2 \\ &= -15 \text{ dB} \end{aligned}$$

Este nivel de decibelios se convierte en aproximadamente 2 V en el convertidor de logaritmo de tensión. Doblar la distancia a 121,92 cm (4 pies) da como resultado 6 dB menos, o -21 dB, lo que se convierte en 1,3 V. Es decir, aproximadamente 200 mV por 30,48 cm (pie) de distancia desde el receptor.

Usando una antena de recepción isotrópica, diversos otros factores afectan al nivel de potencia recibido. Los ejemplos de estos factores incluyen efectos de múltiples trayectorias, el tipo de radio, la distancia desde una torre, y la

orientación de teléfono. Más específicamente, los efectos de múltiples trayectorias incluyen reflexiones a partir de objetos dando lugar a ondas estacionarias. Los teléfonos celulares de TDMA (acceso múltiple por división de tiempo) y de CDMA (acceso múltiple por división de código) tienen niveles de potencia de transmisión diferentes. A medida que un teléfono celular se mueve lejos de una torre celular, el teléfono celular aumenta la potencia de transmisión, y viceversa. Asimismo, cuando un teléfono celular se sujeta en vertical o con un ángulo, el nivel de transmisión de potencia cambia, debido a que la potencia se irradia principalmente lejos de la cabeza, habitualmente en forma de cardioide. La totalidad de estos factores se combinan para hacer que los niveles de potencia recibidos del teléfono celular de un conductor o de un teléfono celular cercano sean difíciles de distinguir con una antena isotrópica. Con una antena direccional, tal como una antena que atenúa la potencia de RF de lado a lado de conductor en al menos 10 dBi, muchos de estos niveles de potencia en conflicto se pueden diferenciar más fácilmente. En la tabla posterior se muestran diversas condiciones de potencia:

Descripción de efecto	Variabilidad típica
Orientación de teléfono	+/- 6 dB o +/- 0,25 voltios
Efectos de múltiples trayectorias	+/- 6 dB o +/- 0,25 voltios
Distancia desde una torre	+/- 10 dB o +/- 0,4 voltios
Radio de TDMA/CDMA	+/- 6 dB o +/- 0,25 voltios
Distancia de conductor desde detector de potencia	+/- 5 dB o +/- 0,2 voltios

Un umbral de potencia mínimo evita que el detector de potencia mida todas las señales recibidas. En su lugar, el detector de potencia solo convierte señales inalámbricas de teléfonos celulares cercanos en formas de onda de tensión. El umbral de potencia mínimo puede ser un umbral móvil o de aprendizaje. Adicionalmente, se pueden usar dos o más umbrales para discriminar entre teléfonos celulares exteriores, teléfonos celulares de pasajero y teléfonos celulares de conductor.

Haciendo referencia a continuación a la figura 3, se muestra una antena direccional que ilustra con más detalle los conceptos descritos anteriormente. En la figura 3, una antena de teléfono celular de conductor 301 y la antena de teléfono celular de pasajero 303 se ubican a una distancia d_1 y d_2 con respecto a la antena de recepción 305, respectivamente. La antena de recepción 305 es direccional y favorece la señal de teléfono celular de conductor en al menos 10 dBi sobre la señal de teléfono celular de pasajero. La tensión de salida V_d se usa para diferenciar entre la señal de conductor y la señal de pasajero. Se calibran dos umbrales, V_{dt} y V_{pt} , para detectar la tensión de teléfono celular de conductor y la tensión de teléfono celular de pasajero, respectivamente. Para la señal de conductor, $V_d < V_{dt}$ y, para la señal de pasajero, $V_d > V_{pt}$. Por lo tanto, la antena direccional 305 se puede usar para determinar si una señal recibida procede del teléfono celular de conductor 301 o el teléfono celular de pasajero 303 al comparar V_d con V_{dt} y V_{pt} .

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, se muestra un diseño de antenas alternativo. La antena de conductor 401 y la antena de pasajero 403 radiodifunden y son recibidas por una primera antena 405 y una segunda antena 407, que son antenas idénticas ubicadas a una cierta distancia de separación. La separación entre la primera antena 405 y la segunda antena 407 permite que las dos antenas, en combinación, determinen la ubicación de diversas señales recibidas. La antena de conductor 401 se ubica a una distancia d_1 con respecto a las dos antenas 405 y 407, mientras que la antena de pasajero 403 se ubica a una distancia d_2 con respecto a las dos antenas 405 y 407. La distancia d_1 es aproximadamente igual entre la antena de conductor 401 y la primera antena 405 y la antena de conductor 401 y la segunda antena 407, debido a que las dos antenas 405 y 407 se ubican lo bastante cerca de una de otra como para que la diferencia entre la antena de conductor 401 y la primera antena 405 y la antena de conductor 401 y la segunda antena 407 sea despreciable.

La forma de onda de salida 409 es la diferencia entre la tensión a partir de la primera antena V_1 y la tensión a partir de la segunda antena V_2 . Como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 3, la tensión de salida V_d se usa para diferenciar entre la señal de conductor y la señal de pasajero. Se calibran dos umbrales, V_{dt} y V_{pt} , para detectar la tensión de teléfono celular de conductor y la tensión de teléfono celular de pasajero, respectivamente. Para la señal de conductor, $V_d < V_{dt}$ y, para la señal de pasajero, $V_d > V_{pt}$.

Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se ilustra en la misma un procesador que usa la forma de onda de tensión 209 como se muestra en la figura 2 para determinar el uso de teléfono celular exacto. En la figura 5, la tensión de entrada V_d se pasa a través de un filtro de paso bajo 501 a un ADC de 10 - 12 bits 503 y un comparador 505. Mediante un análisis de forma de onda, un nivel de desencadenamiento de tensión es creado por un DAC de 10 - 12 bits 507 y se pasa a una entrada de nivel de desencadenamiento de comparador 509. El procesador puede ser una FPGA, un ASIC u otro dispositivo lógico, según se conoce en la técnica.

Con más detalle, una tensión de entrada V_d , en forma de pulsos, se pasa a través de un filtro de paso bajo 501, por ejemplo, un Sallen-Key de 2° orden con $f_c = 5$ kHz. La forma de onda de tensión V_d como se ha descrito anteriormente

de aproximadamente 4 mV por cada 0,1 dB, varía de 0,2 V o -60 dB a 2,4 V o -5 dB. La forma de onda Vd se pasa al comparador 505, y las transiciones que cruzan el nivel de desencadenamiento de comparador crean interrupciones en cruces de flanco tanto positivos como negativos. El tiempo entre las interrupciones de cruce positivo y negativo es la duración de pulso. Durante cada duración de pulso activo, el ADC 503 mide la amplitud de pulso promedio. La amplitud promedio se usa para la diferenciación entre las señales de teléfono celular de conductor, de pasajero y otro cercano. La amplitud promedio también se usa para la identificación de variaciones de amplitud a partir de múltiples trayectorias, la orientación y la proximidad de un teléfono.

Usando un comparador y máquinas de estados con memoria almacenada, una consulta en tabla, procesamiento de señales digitales, procesamiento de redes neuronales u otro método, el procesador determina si la forma de onda de tensión indica una llamada de voz, un mensaje de texto, navegación por Internet, actividad de Bluetooth u otra actividad inalámbrica. El procesador también usa contadores de confianza de máquina de estados para determinar confianzas en torno a las determinaciones de forma de onda. Los umbrales de contadores de confianza, que se pueden establecer a cualquier nivel y pueden ser adaptativos, representan un nivel de detección de "alta semejanza" de un determinado tipo o tipos de forma de onda. Los contadores de confianza se ponderan hacia el estado de "confianza nula" o "confianza cero". Los resultados de contador de confianza se correlacionan, en combinación unos con otros, con las tablas de identificación de forma de onda. Adicionalmente, a lo largo del tiempo, el procesador aprende el movimiento y patrón de tensión de teléfono celular particular.

Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se ilustra un diagrama de flujo de estados de una realización preferida del concepto de máquina de estados descrito anteriormente. El procesador de la figura 5 mide la duración de pulso y la amplitud de pulso. Entonces, la forma de onda 601 muestreada se compara con las tablas de consulta 603. El tipo de pulso más verosímil 605 se determina mediante el tiempo de anchura de pulso medido, los tiempos entre pulsos, y mediante realimentación procedente de otros procesos. El tipo de grupo de pulsos más verosímil 607 se determina mediante temporización por detrás de grupos de tipos de pulso más verosímiles 605 y mediante realimentación procedente de otros procesos. El tipo de colección de grupos de pulsos más verosímil 609 se determina mediante temporización por detrás de una colección de tipos de grupo de pulsos 607 y mediante realimentación procedente de otros procesos. La decisión de forma de onda más verosímil 611 se determina mediante los tipos más verosímiles que se determinaron mediante los otros procesos. La totalidad de estos procesadores incluyen cálculos de nivel de desencadenamiento de comparador.

El procesador puede almacenar datos locales en relación con el uso de teléfono celular, así como almacenar una biblioteca de señales inalámbricas de teléfono celular conocidas convertidas en formas de onda de tensión. Adicionalmente, el procesador se puede comunicar con un servidor remoto con el fin de actualizar una biblioteca de señales inalámbricas de teléfono celular conocidas convertidas en formas de onda de tensión. El servidor también puede almacenar información en relación con el uso de teléfono celular medido, creando copias de seguridad de la memoria del procesador o sustituyendo la memoria. De esta forma, a lo largo del tiempo, la biblioteca de formas de onda de tensión almacenadas se puede adaptar o actualizar.

El detector de potencia 205 de la figura 2 puede incluir sensores o interfaces de comunicación adicionales para recibir datos adicionales. Por ejemplo, el detector de potencia 205 puede incluir un micrófono direccional para supervisar sonidos de voz y otros sonidos, con el fin de determinar con más precisión la ubicación y el usuario de un teléfono móvil. Adicionalmente, el detector de potencia 205 puede incluir un sensor de movimiento, tal como un dispositivo de determinación de posición global (GPS), un acelerómetro u otro dispositivo de detección de movimiento, que supervisa la velocidad y/o ubicación del detector de potencia. La velocidad y/o ubicación se pueden almacenar y correlacionarse con las formas de onda de tensión indicativas del uso de teléfono móvil.

El detector de potencia 205 de la figura 2 también se puede usar para detectar señales inalámbricas emitidas desde un transmisor acoplado al vehículo en lugar de estar sujeto por un conductor o pasajero. Algunos vehículos incluyen estaciones de acoplamiento o de montaje para dispositivos móviles y controlan el funcionamiento del dispositivo móvil tras recibir instrucciones procedentes del conductor o pasajero.

El detector de potencia 205, así como sensores adicionales y una fuente de alimentación 207, una salida de tensión 209 y otros componentes, se ubican preferiblemente en un único alojamiento, o se pueden ubicar en múltiples alojamientos. El único alojamiento se puede fijar preferiblemente al parabrisas de un vehículo, o se puede ubicar por encima o por debajo del conductor.

Detección de uso de dispositivo móvil indirecta

En algunas implementaciones, el uso de teléfono móvil se puede determinar indirectamente. Se puede usar un sensor de cámara similar a un sensor de tasa de parpadeo para buscar una mano de un conductor en una u otra oreja. Otra realización para detectar el uso de un teléfono celular sería para supervisar la desviación de trayectoria promedio del vehículo para un intervalo dado de tiempo y/o de distancia usando un sistema de determinación de posición de alta precisión, es decir, DGPS, WAAS, RTK u otro equivalente. El sistema de determinación de posición se usaría para comparar una conducción normal sin uso de comunicación con el desempeño de conducción mientras se usa un dispositivo de comunicación, por ejemplo, supervisar rumbos sinuosos y salida de carril.

Determinación de los números de pasajeros

5 Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el detector de potencia 205 se puede usar para medir dos o más señales inalámbricas y convertir las señales en formas de onda de tensión. Usando las formas de onda de tensión, se puede determinar el número de teléfonos celulares cercanos.

10 Haciendo referencia a continuación a la figura 7, se muestra un diagrama de flujo que describe un método global de uso del sistema descrito anteriormente con referencia a las figuras 2 - 6. Inicialmente, una antena recibe unas señales inalámbricas 701. Entonces, las señales inalámbricas se convierten en una forma de onda de tensión 703. A continuación, la forma de onda de tensión se analiza para determinar la ubicación y el número de señales inalámbricas discretas 705. Por último, se determina un número de usuarios de teléfono móvil en un vehículo usando la forma de onda de tensión 707 analizada.

15 Adicionalmente, se pueden usar otros sensores para determinar el número de pasajeros en un vehículo. Cada vehículo incluye un bus de detección que se comunica con diversos sensores de vehículo, incluyendo un sensor de cinturón de asiento, un sensor de peso en un asiento de pasajero usado para el despliegue de airbag, y otros sensores.

20 El detector de potencia 205 también puede almacenar datos de número de pasajeros y correlacionar esta información con datos de velocidad y/o ubicación recibidos del sensor de movimiento. De esta forma, se puede supervisar un vehículo con un número restringido de pasajeros, tal como un vehículo conducido por un adolescente o un vehículo conducido por un conductor en una flota con restricciones de pasajeros.

Determinación de formas de onda

25 Las señales inalámbricas recibidas convertidas en formas de onda muestran de forma diferenciada el tipo de uso de teléfono celular. Algunas formas de onda de tensión medidas se muestran posteriormente en las figuras 8 - 29, que ilustran diversas formas de onda de tensión en sistemas inalámbricos de TDMA, de GSM y de CDMA en diversas circunstancias, incluyendo llamadas recibidas y transmitidas, llamadas respondidas y no respondidas, mensajería de texto, navegación por Internet y actividad de Bluetooth. También se pueden medir formas de onda de tensión para otras señales inalámbricas de frecuencia, incluyendo banda por satélite, radios de mano, etc.

35 En las figuras 8 - 29, una antena de ondas Q sintonizada a 1370 MHz, a medio camino entre 800 y 1900 MHz, se conecta con un conector de SMA a un detector de logaritmo de tensión de potencia de RF 748A de Linear Tech alimentado por una fuente de alimentación de 5 V. El detector de potencia tiene un rango dinámico de 0 a 60 dB, que se corresponde con un nivel de señal mensurable mínimo de -60 dB convertido en 0,2 voltios y un nivel mensurable máximo de 0 dB convertido en 3 voltios.

40 Como se muestra en las figuras 8 - 29, las llamadas recibidas respondidas y no respondidas tienen formas de onda diferentes, mientras que las formas de onda de datos para mensajes de texto y navegación por Internet son distinguibles de las llamadas de voz. Por lo tanto, al comparar formas de onda de tensión recibidas con formas de onda de tensión conocidas, se puede determinar el uso de teléfono móvil exacto.

45 Haciendo referencia a continuación a las figuras 8 y 9, se muestra la forma de onda para una llamada de voz de TDMA. En la figura 8, una llamada de voz recibida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 9, una llamada de voz transmitida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos.

50 Haciendo referencia a continuación a las figuras 10 y 11, se muestra la forma de onda para una llamada de voz recibida de TDMA. En la figura 10, una llamada de voz recibida pero no respondida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón sin ráfaga regular con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 11, una llamada de voz recibida y respondida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos.

60 Haciendo referencia a continuación a las figuras 12 y 13, se muestra la forma de onda para una llamada de voz transmitida de TDMA. En la figura 12, una llamada de voz transmitida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga fino con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 13, una llamada de voz transmitida tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga fino con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos.

65 Haciendo referencia a continuación a las figuras 14 - 18, se muestra la forma de onda para un mensaje de texto de SMS de TDMA. En la figura 14, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos

cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 15, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 16, un mensaje de texto recibido tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 17, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos. En la figura 18, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos cortos y aproximadamente 9 ms entre picos altos.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 19 - 21, se muestra la forma de onda para un mensaje de texto de CDMA. En la figura 19, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 3 ms entre picos. En la figura 20, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 3 ms entre picos. En la figura 21, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 3 ms entre picos.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 22 - 26, se muestra la forma de onda para una transmisión de datos de TDMA durante la navegación por Internet. En la figura 22, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos grandes. En la figura 23, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos grandes. En la figura 24, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos grandes. En la figura 25, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos grandes. En la figura 26, un mensaje de texto enviado tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga grueso con aproximadamente 4,5 ms entre picos grandes.

Haciendo referencia a continuación a la figura 27, se muestra una forma de onda de TDMA cuando se usa un teléfono a 90° y a 0° con respecto a la antena de detección. Como se muestra, hay una variación de amplitud de 5 - 10 dB en la intensidad de señal, traducida en un cambio de tensión, dependiendo de la orientación del teléfono móvil con respecto a la antena de detección.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 28 y 29, se muestra la forma de onda para el modo de descubrimiento de Bluetooth. En la figura 28, el modo de descubrimiento de Bluetooth tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga con 4 - 5 picos grandes cada 40 ms con aproximadamente 5 ms entre picos. En la figura 29, el modo de descubrimiento de Bluetooth tiene una tensión por encima del umbral, con picos de tensión cortos y picos de tensión altos. Hay un patrón con ráfaga con 4 - 5 picos grandes cada 40 ms con aproximadamente 5 ms entre picos.

Aunque se han descrito anteriormente diversas de las realizaciones de la presente invención, debería entenderse que se han presentado solo a modo de ejemplo, y no como limitación. Los expertos en la materia entenderán que se pueden hacer diversos cambios en la forma y en los detalles en las mismas sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, la amplitud y el alcance de la presente invención no deberían estar limitados por ninguna de las realizaciones ilustrativas anteriormente descritas, sino que solo debería definirse de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para detectar el uso de un teléfono celular por una o más personas durante el funcionamiento de un vehículo, que comprende:

5 una interfaz de antena en comunicación con una antena configurada para recibir señales inalámbricas de uno o más teléfonos celulares cuando son usados por al menos uno de un conductor de un vehículo y un pasajero en el vehículo;

10 un detector de potencia conectado a la interfaz de antena, estando configurado el detector de potencia para medir señales de RF recibidas de la antena que están por encima de un umbral de potencia mínimo definido, el detector de potencia configurado para emitir una forma de onda de tensión que se corresponde con las señales de RF recibidas por encima del umbral de potencia mínimo definido; y

15 un conjunto de circuitos de procesamiento de señales configurado para recibir cada forma de onda de tensión emitida por el detector de potencia y para analizar cada forma de onda de tensión de salida para determinar:

una potencia recibida que se corresponde con las señales de RF recibidas para las que la forma de onda de tensión es emitida por el detector de potencia;

20 cuando la potencia recibida para una señal de RF recibida está por encima de un primer umbral, identificar la señal de RF recibida como una señal de conductor; y

cuando la potencia recibida para la señal de RF recibida está por encima de un segundo umbral, identificar la señal de RF recibida para ese valor como una señal de pasajero.

2. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un sensor de movimiento configurado para supervisar la velocidad y/o ubicación del detector de potencia.

3. El dispositivo de la reivindicación 2, en donde el sensor de movimiento es un sensor de GPS.

4. El dispositivo de la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende adicionalmente un sensor adicional en comunicación con el procesador.

5. El dispositivo de la reivindicación 4, en donde el sensor adicional es un micrófono direccional y el procesador recibe datos de sonido direccional del sensor adicional y correlaciona los datos de sonido direccional con el uso de teléfono móvil determinado con el fin de determinar una ubicación de un usuario.

6. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente un sensor adicional en comunicación con el procesador.

7. El dispositivo de la reivindicación 6, en donde el sensor adicional es un sensor de cinturón de asiento y el procesador recibe datos de sensor de cinturón de asiento a partir del sensor adicional y correlaciona los datos de sensor de cinturón de asiento con el uso de teléfono móvil determinado para determinar una ubicación de un usuario.

8. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el uso de teléfono móvil se selecciona de entre uno de un grupo que consiste en: una llamada de voz recibida no respondida, una llamada de voz recibida respondida, una llamada de voz transmitida, un mensaje de texto, navegación por Internet y actividad de Bluetooth.

9. El dispositivo de la reivindicación 8, en donde la llamada de voz recibida no respondida tiene un patrón sin ráfaga regular.

10. El dispositivo de la reivindicación 8, en donde uno de la llamada de voz recibida respondida, la llamada de voz transmitida y el mensaje de texto tiene un patrón con ráfaga grueso.

11. El dispositivo de la reivindicación 8, en donde la actividad de Bluetooth tiene un patrón con ráfaga.

12. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en donde el conjunto de circuitos de procesamiento de señales comprende:

60 un filtro de paso bajo configurado para recibir la forma de onda de tensión emitida por el detector de potencia, y un convertidor de analógico a digital "ADC" y un comparador, cada uno configurado para recibir la forma de onda de tensión filtrada a partir del filtro de paso bajo, en donde el comparador está configurado para activarse en cruces de flanco tanto positivos como negativos para detectar una duración de pulso y el ADC está configurado para medir la amplitud de pulso.

13. Un método para detectar el uso de un teléfono celular por una o más personas durante el funcionamiento de un vehículo, que comprende:

65 recibir, en una antena, señales de RF a partir de cualquiera de una pluralidad de teléfonos celulares cuando son

- usados por al menos uno de un conductor del vehículo y un pasajero en el vehículo;
medir, en un detector de potencia, señales de RF recibidas de la antena que están por encima de un umbral de potencia mínimo definido y emitir desde el detector de potencia una forma de onda de tensión que se corresponde con las señales de RF recibidas por encima del umbral de potencia mínimo definido; y
- 5 analizar, con un conjunto de circuitos de procesamiento de señales, cada forma de onda de tensión emitida desde el detector de potencia para determinar:
- una potencia recibida que se corresponde con las señales de RF recibidas para las que la forma de onda de tensión es emitida por el detector de potencia;
- 10 cuando la potencia recibida para una señal de RF recibida está por encima de un primer umbral, identificar la señal de RF recibida como una señal de conductor; y
cuando la potencia recibida para la señal de RF recibida está por encima de un segundo umbral, identificar la señal de RF recibida como una señal de pasajero.
- 15 14. El método de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente unas etapas que se corresponden con la funcionalidad de dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12.

Figura 1

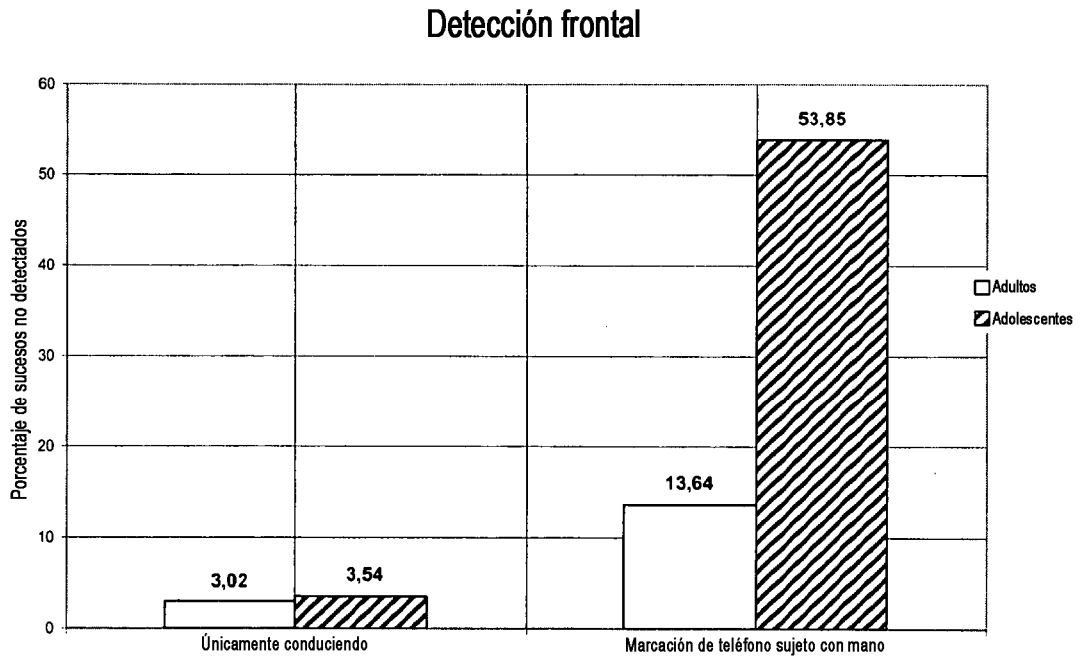


Figura 2

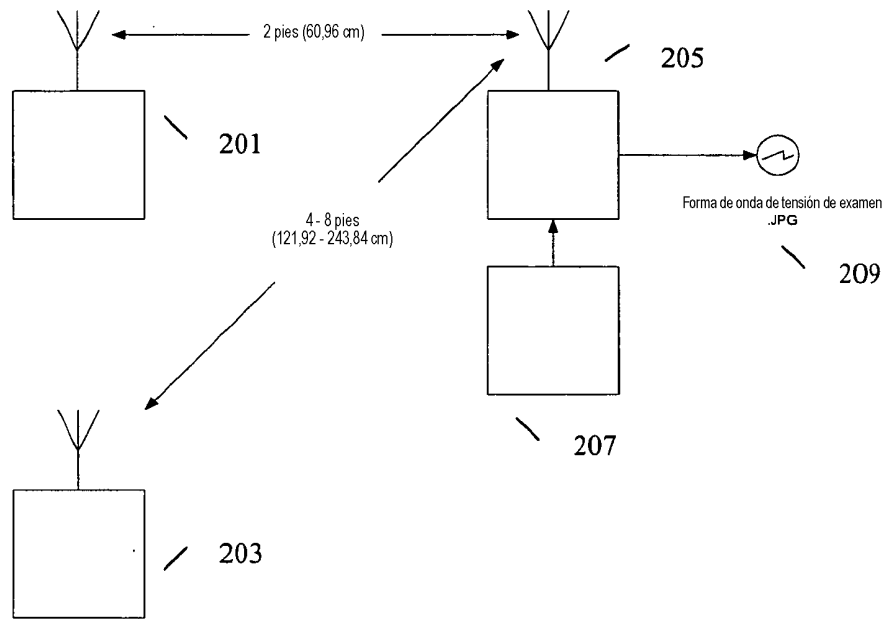


Figura 3

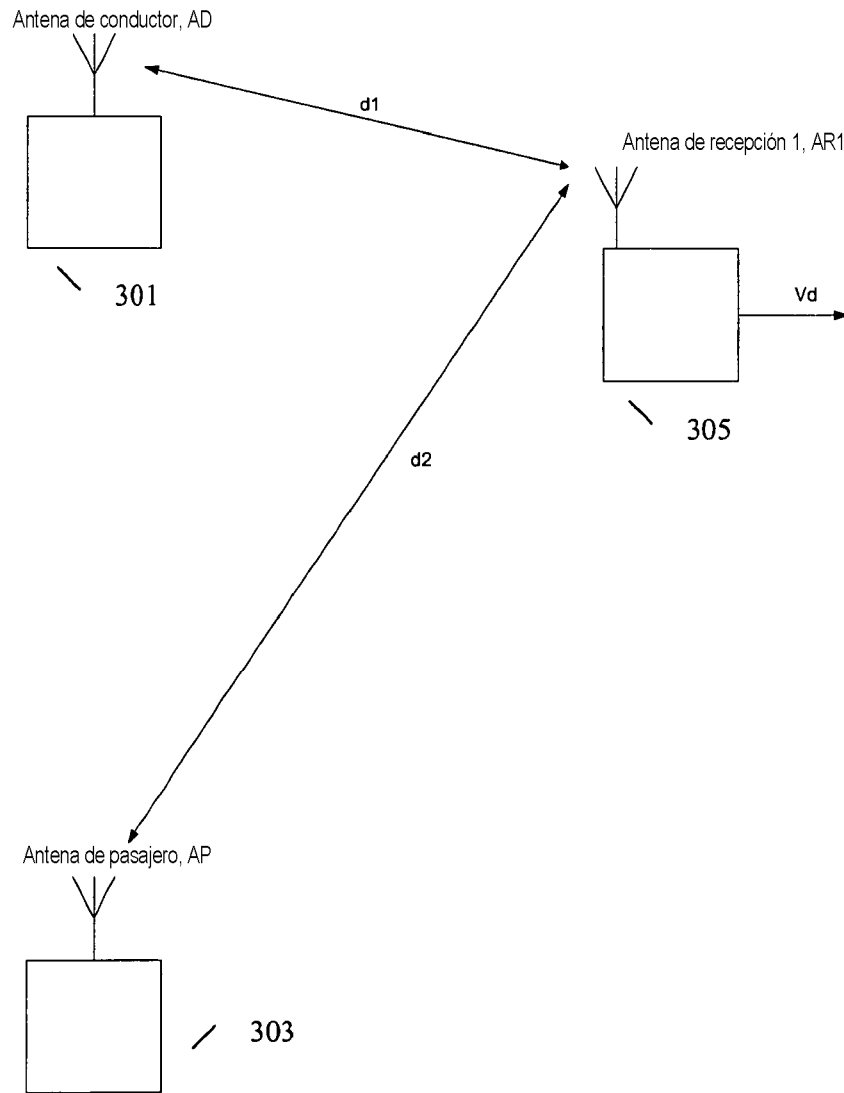


Figura 4

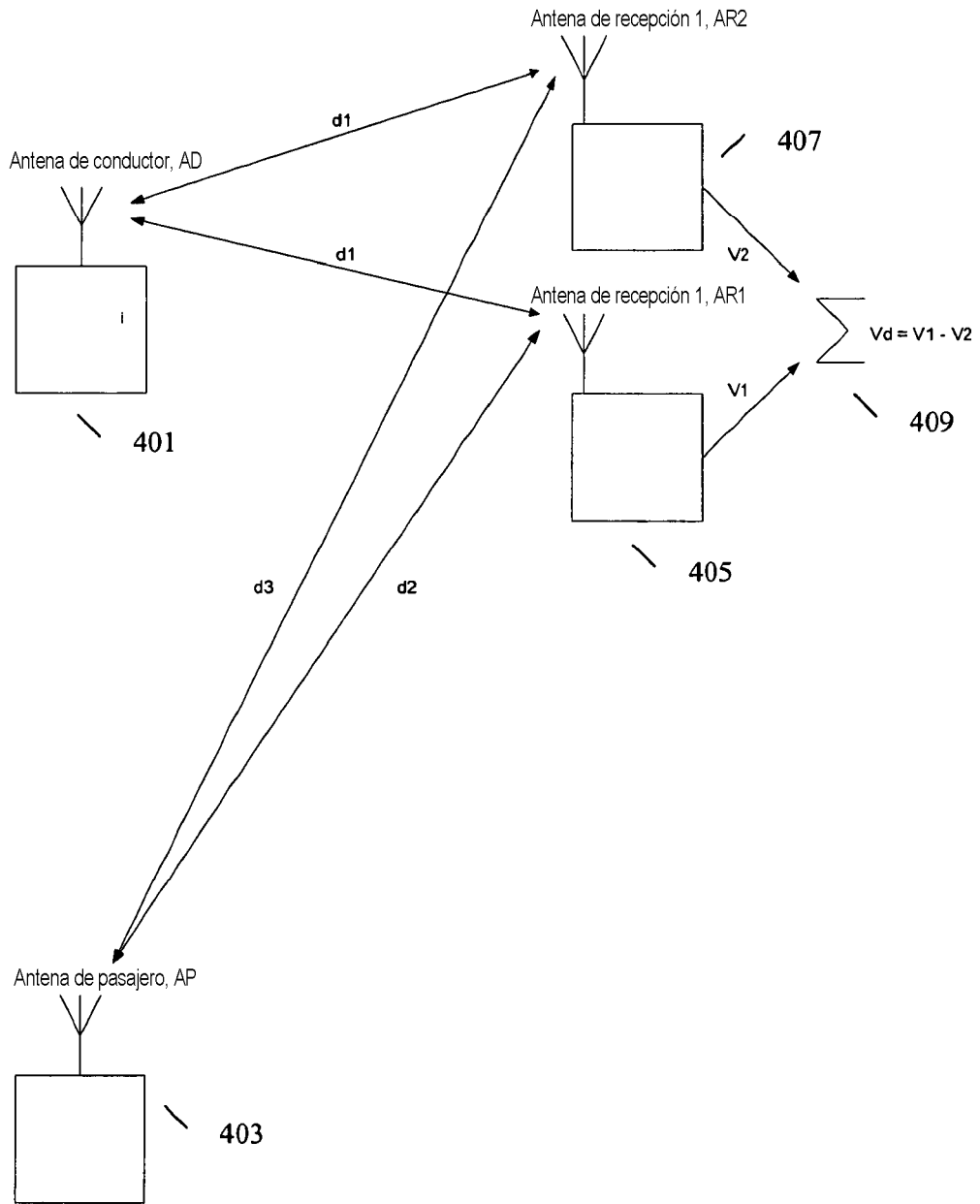


Figura 5

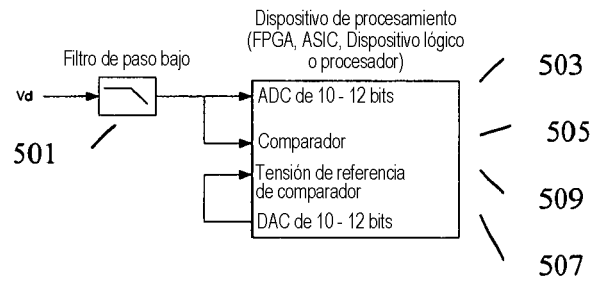


Figura 6

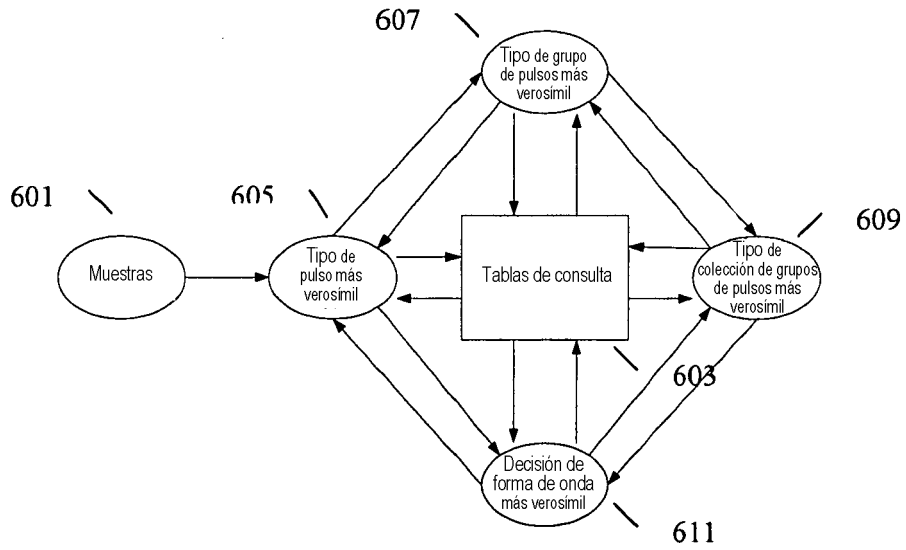


Figura 7

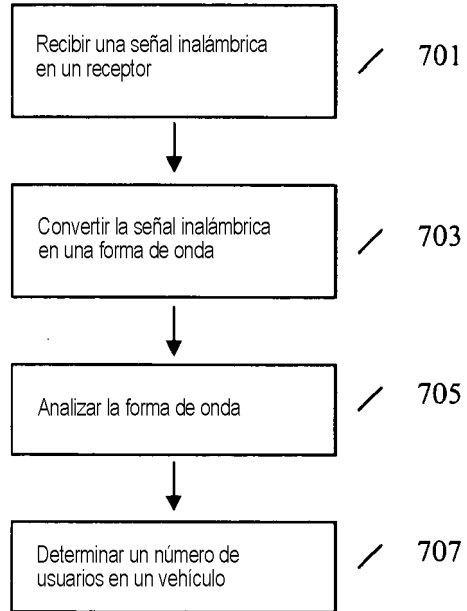


Figura 8

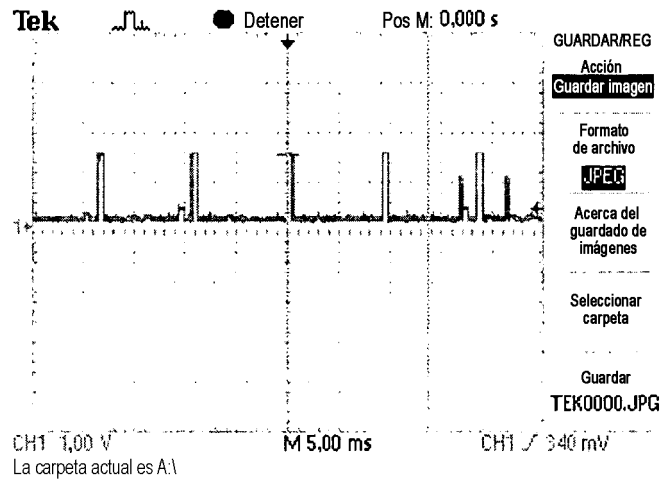


Figura 9

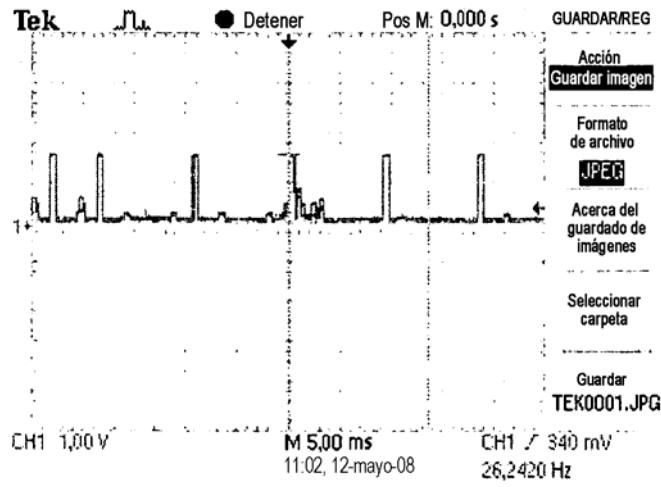


Figura 10

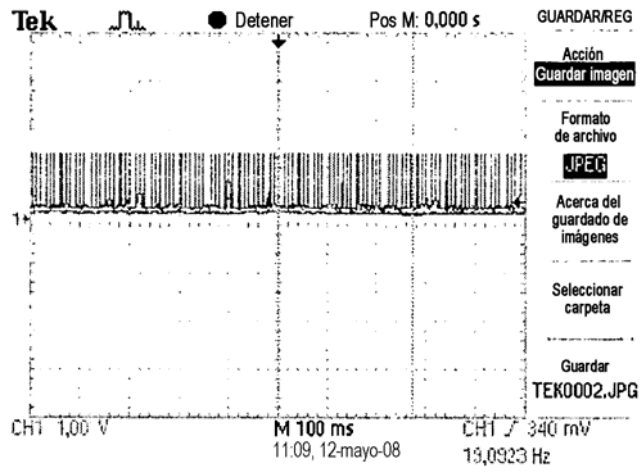


Figura 11

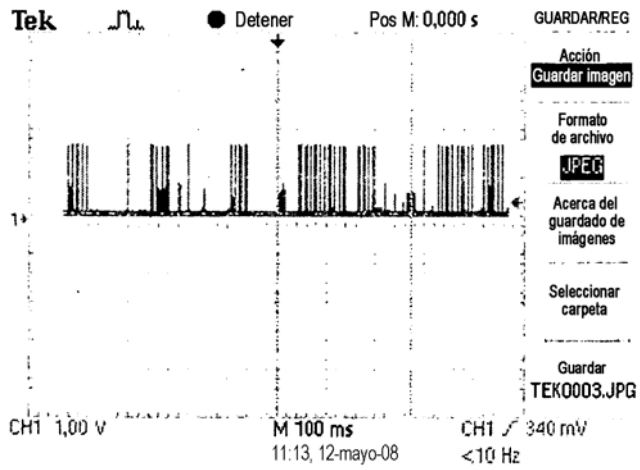


Figura 12

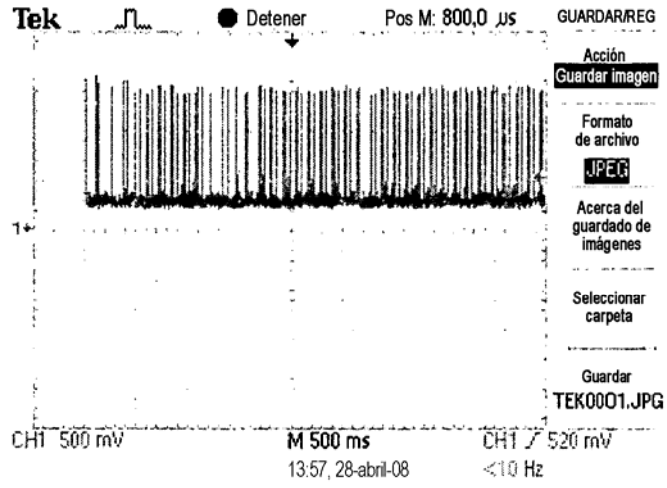


Figura 13

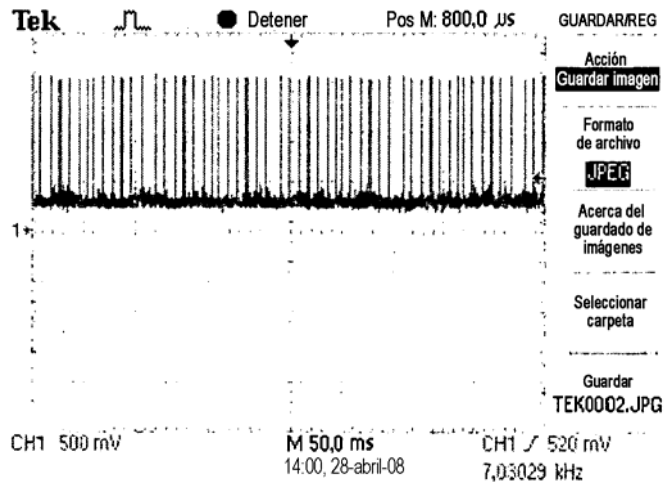


Figura 14

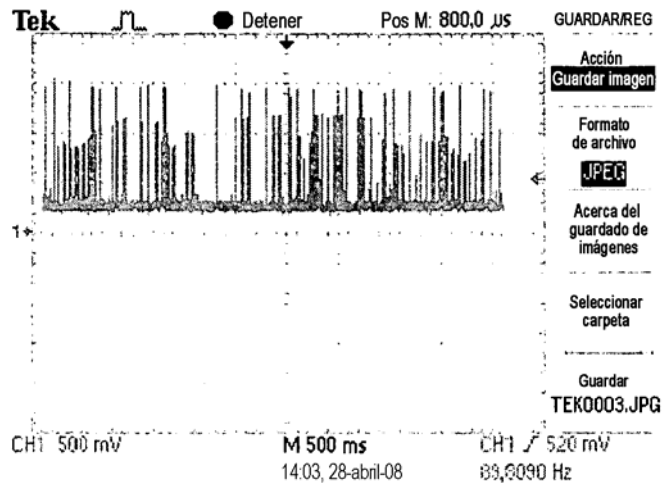


Figura 15

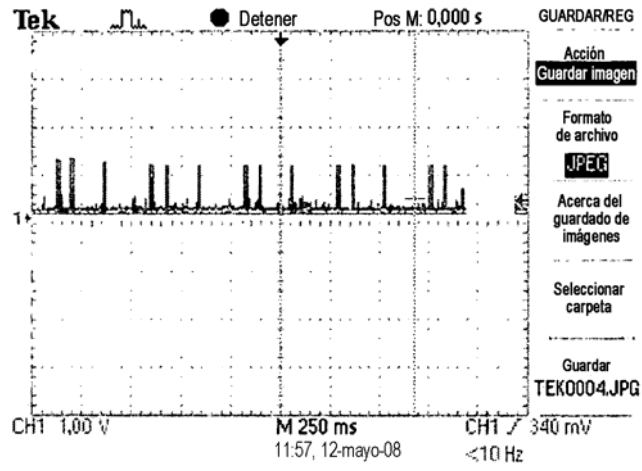


Figura 16

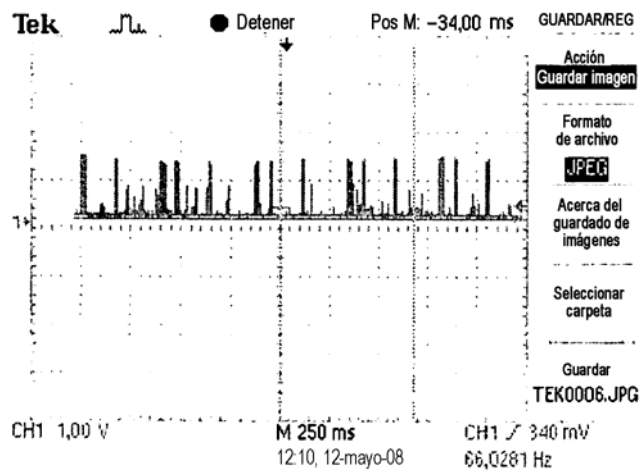


Figura 17

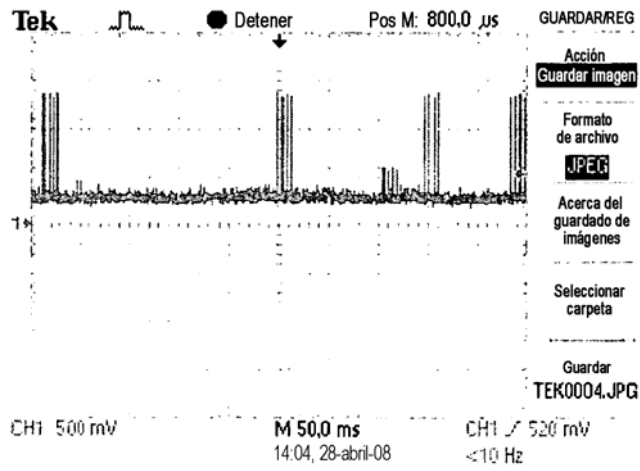


Figura 18

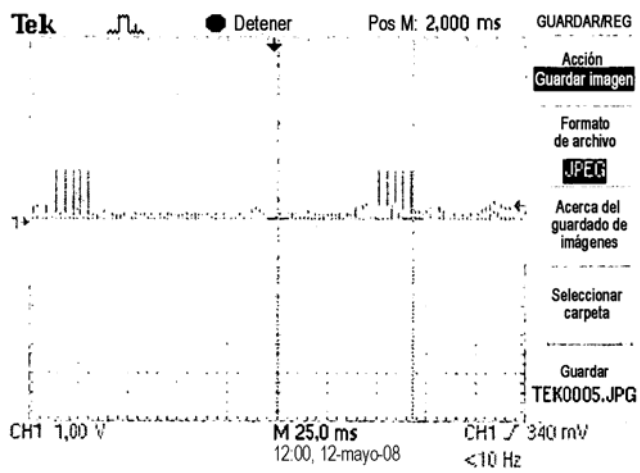


Figura 19

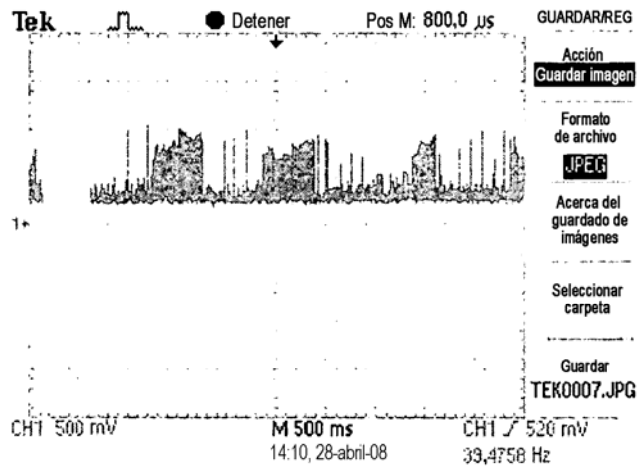


Figura 20

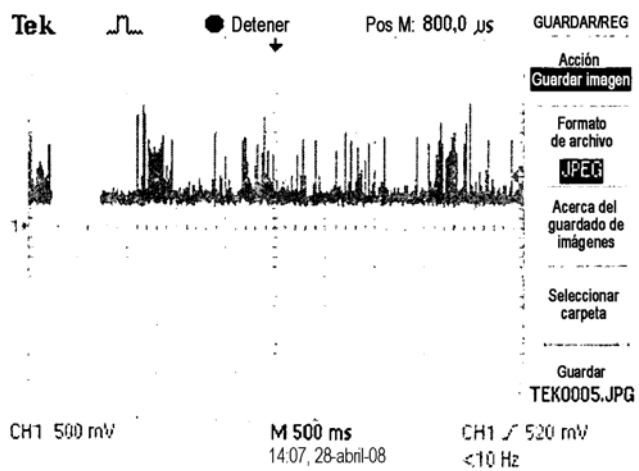


Figura 21

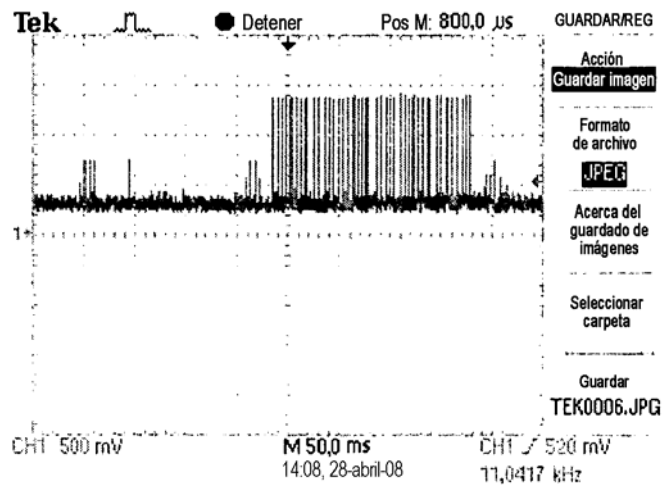


Figura 22

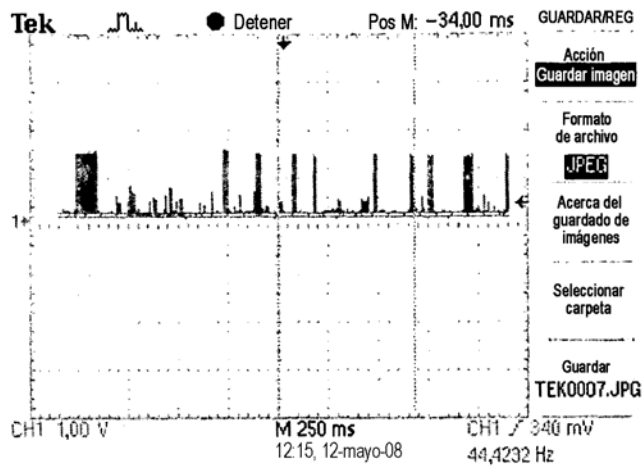


Figura 23

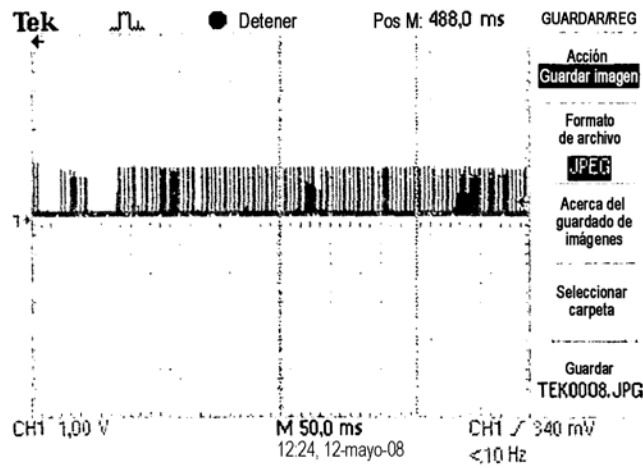


Figura 24

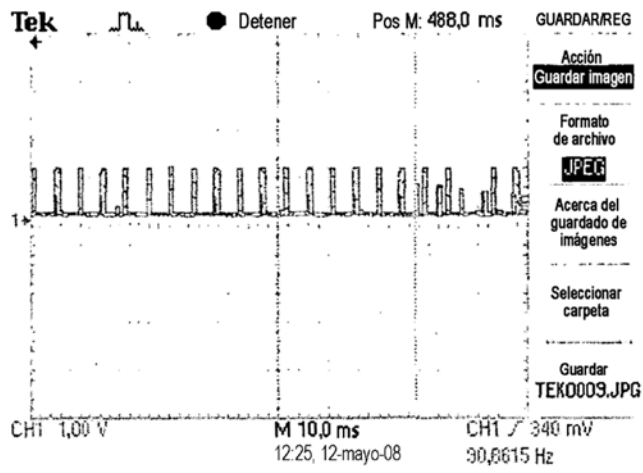


Figura 25

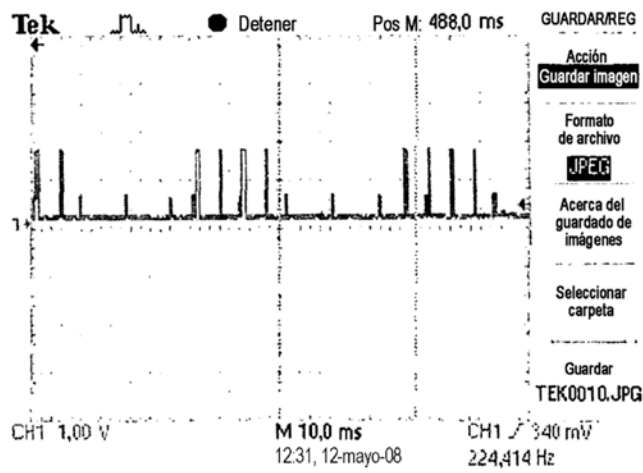


Figura 26

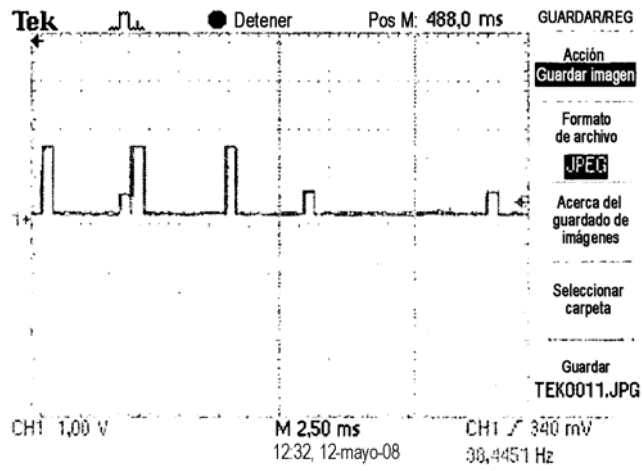


Figura 27

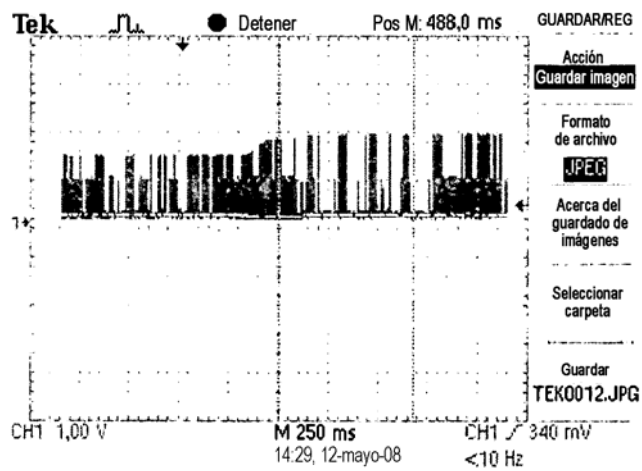


Figura 28

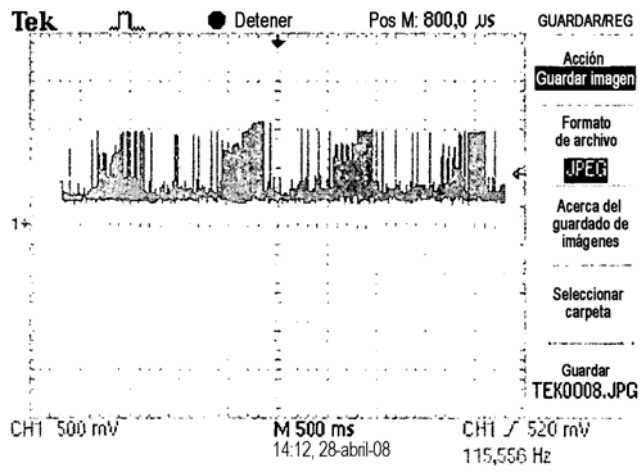


Figura 29

